

Toplu Beslenme Yerlerinde Optimal Menü Planlaması: Matematiksel Model Yaklaşımı

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 01.10.2023

Kabul/Accepted: 06.05.2024

Yayımlandı/Published: 27.06.2024

Optimal Menu Planning in Mass Feeding Places: A Mathematical Model Approach

Gökhan ALTIN¹, Ahmet Bahadır ŞİMŞEK^{2*}

¹Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Gümüşhane, Türkiye

²Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

**Bu çalışma Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Bahadır ŞİMŞEK danışmanlığında Gökhan ALTIN tarafından Haziran 2023 tarihinde tamamlanan "Bir yükseköğretim kurumunda sağlıklı menü planlama" başlıklı ve 812396 tez no'lu yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

Öz

Bu çalışma, toplu beslenme ortamlarında (örneğin, eğitim kurumları ve sağlık tesisleri) menü planlamasını iyileştirmeyi amaçlayan bir matematiksel model geliştirmeyi hedeflemektedir. Çalışma, bir yükseköğretim kurumunun öğrencileri ve personeli için öğle yemeği menülerini ele almaktadır. Geliştirilen model, maliyet odaklı, beğeni odaklı veya bu iki faktörü dengeleyen politikalara uygun menüler oluşturabilme yeteneği sunar. Ayrıca, menü çeşitliliğini artırmak ve mevsimsel kısıtlamaları dikkate almak için hafıza özelliklerini içerir. Bu çalışmanın katkıları, çok sayıda kuruma uyarlanabilen bir model sunma, menü planlama literatürüne yeni kısıtlar ekleyerek teorik bilgiyi pratik uygulamaya dönüştürme, maliyet ve lezzet odaklı politikaları bir araya getirebilen bir matematiksel model sunma, ve öznel değerlendirmenin objektif bir şekilde yapılabileceği bir araç sunma yönündedir. Bu çalışma toplu beslenme alanında karar vericilere yardımcı olacak bir menü planlama modeli sunarak daha sağlıklı ve dengeli beslenmeyi teşvik etmeyi ve toplum sağlığını iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toplu beslenme; Menü planlama; Matematiksel programlama; Maliyet ve beğeni dengesi; Sağlıklı beslenme.

Abstract

This study aims to develop a mathematical model that aims to improve menu planning in mass feeding environments (e.g., educational institutions and healthcare facilities). The study considers lunch menus for students and staff of a higher education institution. The developed model offers the ability to create menus in accordance with the policies that are cost-, taste-oriented, or balancing these two factors. It also includes memory properties to increase menu diversity and take into account seasonal constraints. The contributions of this study are to provide a model that can be adapted to many organizations, to translate theoretical knowledge into practical application by adding new constraints to the menu planning literature, to provide a mathematical model that can combine cost- and taste-oriented policies, and to provide a tool for objective subjective evaluation. This study aims to promote healthier and balanced diets and improve public health by providing a menu planning model to assist decision makers in the field of public nutrition.

Keywords: Mass nutrition; Menu planning; Mathematical programming; Cost and taste balance; Healthy nourishment.

1. Giriş

Dengeli beslenme, vücudun ihtiyaç duyduğu protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral gibi temel besin öğelerinin doğru oranlarda alınmasını aynı zamanda işlenmiş gıdalardan, trans yağlardan, aşırı tuz ve şekerden kaçınılması kapsar (Price, 2005). Günlük hayatın yoğunluğu ve stresi dengesiz beslenmeyi tetiklemektedir (Leow et al., 2021). Bireylerin dengeli beslenmelerini sürdürülebilir kılmak için okul, üniversite, hastane, iş yerleri gibi ortak yaşam alanlarında toplu beslenme etkili bir çözüm olarak kullanılmaktadır (Sezgin & Özkaya, 2014). Toplu beslenme; ölçek ekonomisinden yararlandığı için maliyet, birçok kişiye aynı anda yiyecek sunabildiği için kolaylık, yiyecek arama ve hazırlık sürecini ortadan kaldırdığı için verimlilik, yiyeceklerin hijyenik

koşullarda hazırlanması, saklanması ve sunulması nedeniyle gıda güvenliği, porsiyonların besin değerlerinin kontrol edilebildiği için dengeli beslenme gibi avantajları nedeniyle caziptir. Avantajlarının yanında bütçe ve işçiliğe bağlı olarak besin kalitesinin düşük olabilmesi, fiziki olanakların paylaşılmasından kaynaklanan bulaşıcı hastalık riski, yemek seçme özgürlüğünün olmaması, kişisel tercihlerin dikkate alınmaması, besin alerjisi veya özel diyet ihtiyaçlarının karşılanamaması gibi dezavantajlar barındırdığı bir gerçektir. Bireysel beslenmeye göre güçlü avantajları karşısında yönetilebilir dezavantajları toplu beslenmeyi toplu yaşam alanlarında etkin bir beslenme yöntemi olarak tercih edilmesini ve toplum sağlığını düzenlemeye yönelik bir enstrüman olarak kullanılmasını motive etmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı tarafından yürütülen Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı Eylem Planının “B. Sağlıklı beslenme çevreleri oluşturulması, Tüm kamu ve özel kurumlarda (Eğitim kurumları, iş yerleri vb.) sağlıklı beslenmenin geliştirilmesi” başlığı politika yapıcılarının toplu beslenme aracılığı ile sağlıklı toplum inşa etme çabasını temsil eder (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2013). Eylem planı kapsamında yayınlanan “Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi” (Buradan sonra Rehber olarak adlandırılmaktadır.) kuruluşların toplu beslenme yönetim sürecine rehberlik etmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2020). Rehber uygulayıcılara satın alma ve depolama sürecinden üretim, atık yönetimi ve gıda güvenliğinin sağlanmasına kadar toplu beslenmenin tüm süreçlerindeki uygulama esaslarını belirtmektedir. Aynı zamanda okul, işyeri, cezaevi, huzurevi, hastane gibi çeşitli kurumlarda verilecek toplu beslenme hizmetine ilişkin porsiyon başına besin değerleri, yemeklerin aylık asgari/azami sıklıkları gibi operasyonel detaylarını ve dört haftalık menü planlama örneği sunmaktadır.

Toplu beslenme menü planının hazırlanmasında kurum, hizmet sağlayıcı ve yararlanıcı olmak üzere üç ana paydaş aktif rol oynamaktadır. Kurumun politikaları doğrultusunda yararlanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlanan menüler hizmet sağlayıcı tarafından servis edilir. Paydaşlar arasındaki ilişkiler şöyle izah edilebilir. Hizmet sağlayıcı açısından menüdeki yemeklerin düşük maliyetli ve kolay yapılabilir olması önemli iken yararlanıcı açısından yemeklerin kaliteli ve düşük maliyetli olması ön plandadır. Kurum açısından ise menülerin yararlanıcının günlük besin ihtiyacını karşılanmasının yanı sıra beğenilmesi ve düşük maliyetli olması kritiktir. Ancak beğenilen kaliteli yemeklerin çoğunlukla yüksek maliyetli olması ve sebze ağırlıklı sağlıklı yemeklerin tercih edilmiyor olması paydaşlar arasında çıkar çatışmasına neden olmaktadır. Rehber paydaşlar arasındaki çıkar çatışmasının dengelenerek menü planının nasıl oluşturulabileceğine yönelik sistematik yaklaşım sunmamaktadır. Menü planı hazırlama süreci analitik yöntemlerle karar vericiyi destekleyen yöneylem araştırması kapsamında toplu beslenme menü planlama problemi olarak tanımlanarak bu eksiklik giderilebilir.

Toplu beslenme menü planlama problemi belli bir planlama döneminde hangi gün hangi yemeklerin servis edileceği kararını besin değerleri, uyum, maliyet gibi çeşitli yan kısıtların dahil edilerek belirlenmesini kapsamaktadır (Kallel et al., 2022). Problemin paydaşları tatmin edecek şekilde optimal olarak çözülebilmesi

sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlanması ve toplum sağlığının korunması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Menülerin planlanmasından sorumlu olan karar vericilerin bahsedilen çıkarları dengeleyen optimal bir menü planını bilgisayar desteği olmadan kısa sürede hazırlamaları mümkün değildir. Bu çalışmada Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığının yayınladığı uygulama rehberi çerçevesinde belirlenen besin değerine sahip menülerin maliyet ve beğeni odaklı politikalar benimsenerek bilgisayar yardımıyla hazırlanabilirliği araştırılmaktadır.

Çalışma kapsamında bir yükseköğretim kurumunun öğrencileri ve personeli için sunduğu öğle yemeğinin aylık menü planı ele alınmaktadır. Kurumun ihale şartnamesi çerçevesinde tanımlanan problemin çözümü için çok amaçlı karma tam sayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Önerilen modelin yenilikçi özellikleri şöyle sıralanabilir. i) Model maliyet odaklı, beğeni odaklı veya maliyet ve beğeni arasında denge gözeterek menüler oluşturabilmektedir. Bu özellik karar vericinin farklı zaman dilimlerinde farklı politikalar benimseyerek paydaşların çıkarlarını dengelemesine izin vermektedir. Örneğin öğrencilerin yoğun olarak yemekhane hizmetlerinden yararlandığı ve beğenilen yemeklerin planlanmasının öğrencilerin motivasyonları üzerinde olumlu etki yaratacağı sınav dönemlerinde beğeni odaklı bir menünün hazırlanması veya eğitim-öğretimin ilk haftası veya sınavları takip eden haftalar gibi öğrencilerin yemekhane hizmetinden nispeten az yararlandığı dönemlerde maliyet odaklı menü hazırlanması gibi. ii) Modelin bir diğer yeniliği hafıza özelliğine sahip olmasıdır. Yemek çeşitliliğini sağlamak ve sabit bir menü oluşmasını engellemek amacıyla model yemeklerin geçmiş dönemlerde menülerde yer alma sayısını dikkate almakta ve ilgili planlama döneminde menüde yer almamış yemekleri planlayabilmektedir. iii) Bir başka özellik ise mevsimin menü planı üzerine etkisini dikkate alabilmesidir. Şartname listesinde olmasına rağmen ilgili mevsimde temin edilmesi veya hazırlanması mümkün olmayan yemekler pasif hale getirilebilmektedir. Bu özellik aylık menü planı yayınlandıktan sonra güncelleme yapma gereksinimini ve/veya ilan edilen menü ile servis edilen menünün farklı olmasından kaynaklanan sorunların önüne geçebilmesini sağlar.

Çalışmanın literatüre ve pratik uygulamaya katkıları şöyle sıralanabilir. i) Gerçek bir menü planlama problemi ele alınarak teorik bilginin pratiğe dönüştürülmesine katkı sağlamaktadır. Önerilen model parametre değişikliği ile toplu beslenmenin uygulandığı farklı kurumların karar ortamlarına kolaylıkla adapte edilebilme potansiyeline sahiptir. ii) Toplu beslenme menü planlama çalışmalarına

ilham verici vaka analizi örneği niteliğindedir. Matematiksel modelde dikkate alınan yeni kısıtlar menü planlama literatürünü zenginleştirmektedir. iii) Karar vericinin maliyet ve beğeni odaklı politikalar benimsemesine olanak tanıyan matematiksel model önermektedir. Bilindiği kadarıyla bu özellik literatürde ilk defa bu çalışmada sunulmaktadır. iv) Öznel değerlendirmenin ön planda olduğu menü planlama problemini yönetim bilimi araçları kullanılarak çözülmesini sağlayarak karar vericilerin objektif bir şekilde amaca uygun optimal menülerin hazırladığından emin olunmasını sağlar.

Çalışmanın devamı şöyle organize edilmiştir. Bölüm 2'de ilgili çalışmalara yer verilmektedir. Problemin tanımı ve formülasyonu Bölüm 3'te sunulmuştur. Bölüm 4 önerilen modelin testi ve duyarlılık analizi bulgularına yer vermektedir. Sonuç ve öneriler Bölüm 5'te bahsedilmektedir.

2. İlgili Çalışmalar

Menü planlama ile ilgili literatür iki daldan ilerlemektedir (Kallel et al., 2022). Birincisi sağlık ve beslenme alanında bireylerin hastalık gibi özel durumlarına özgü diyet planlama olarak adlandırılan versiyonudur. İkincisi ise toplu beslenme çerçevesinde belirli bir planlama periyodunda çeşitli kısıtları dikkate alarak menülerin hazırlanmasını kapsayan menü planlama problemidir. Çalışma kapsamında problemin temel dinamiklerinin ve diğer araştırmacıların yaklaşımlarını ortaya koyabilmek adına her iki daldan güncel çalışmalara yer verilmektedir.

Diyet planlama kapsamındaki bazı çalışmalar şöyle özetlenebilir. Tee ve Sufahani (2022) meme kanseri hastaları için 7 günlük vejetaryen menü geliştirmeye çalışmışlardır. Ele alınan problem tam sayılı matematiksel programlama yöntemiyle modellenmiş ve AMPL çözücüsüyle çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar meme kanseri hastaları için vejetaryen menülerin matematiksel modelleme yaklaşımıyla doğru ve pratik bir şekilde hazırlanabileceğini göstermiştir. Jamaludin ve Sufahani (2022) felçli hastalar için Malezya besin alım önerilerini dikkate alarak minimum maliyetle yeterli beslenmeyi sağlayacak menü planlama problemini ele almıştır. Araştırmanın özellikle Malezyalıların felçli hastaları için besin ve menü sorununun çözümünde katkı sağlayabileceği gibi, sağlıklı bir yaşam tarzını uygulamaları için de bir rehber olabileceği vurgulanmıştır. Hui vd (2021) yüksek tansiyon hastaları için beslenme gereksinimlerinin karşılanmasının yanı sıra menü maliyetini minimize edecek menü planını karma tam sayılı matematiksel modelleme yaklaşımıyla oluşturmaya çalışmışlardır. 10

çeşit gıda grubunda toplam 413 çeşit yemek arasından optimal menülerin belirlenebilmesi yüksek tansiyon hastalarının beslenme sorunu için en uygun ve etkili çözüm sağlayabileceğini göstermiştir. Ichraf vd (2020) hemodiyalize giren hastalar için menü planlamasını daha önce uygulanabilirliği kanıtlanmış bir dinamik hedef programlama modelini geliştirerek sağlamaya çalışmışlardır. Geliştirilen model karar vericilerin tercihlerini menü planlamasına yansıtmasına izin vermektedir. Ai Lee vd (2020) meme kanseri hastaları için tüm besin gereksinimlerini minimum maliyetle karşılayan doğru ve sağlıklı bir menü planını karma tam sayılı matematiksel model ile oluşturmaya çalışmışlardır. Sapri vd. (2019) diyabetik hastalar için günlük besin gereksinimlerini minimum maliyetle karşılayan bir yemek menüsü planını karma tam sayılı matematiksel model ile sağlamayı amaçlamıştır. Model iki gün boyunca standart günlük beslenme gereksinimlerini karşılayan ve yemek tekrarını engelleyen menü planını belirlemeyi amaçlamaktadır. Handayani vd. (2021) kilo vermek için alınan kaloriden daha fazlasının yakılması gerektiği esnasından hareketle günlük diyet menüsünü basit bir doğrusal programlama modeli ile dinamik olarak belirlenmesini araştırmıştır. Diyet planlama kapsamındaki çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların analitik yöntemlerin etkinliğini ön plana çıkardıkları ve çeşitli hasta grupları için gereksinimleri karşılayan minimum maliyetli menüleri oluşturmaya çalıştıkları görülmektedir.

Toplu beslenme çerçevesinde menü planlama problemini ele alan çalışmalardan bazıları ise şunlardır. Spak ve Colmenero (2021) bir üniversite kafeteryası için öğrenci tercihlerini dikkate alarak yeterli besin öğelerini içeren en düşük maliyetle menü planlaması yapabilen karma tam sayılı model geliştirmişlerdir. Üç aşamada yürütülen çalışmanın ilk aşamasında öğrencilerin yemekler üzerindeki tercihleri belirlenmiştir. İkinci aşamasında menü planlaması tam sayılı doğrusal programlama modeli ile gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşamada ise doğrusal programlama yöntemi kullanarak gıda tasarımı sağlayan bir algoritma geliştirilmiştir. Guala ve Marengo (2020) bir hastanenin toplu beslenme menü planlama problemine karma tam sayılı model ile çözüm aramıştır. Planlamaya öğle ve akşam öğünleri her öğünde 4 kap yemek dahil edilmiştir. Önerilen model sağlıklı beslenme, çeşitlilik ve yerel gastronomi gereksinimlerini karşılarken toplam maliyeti minimize etmeye çalışmaktadır. Sonuçlar el yordamıyla hazırlanmış mevcut planlara kıyasla maliyetlerde %21 ile %25 arasında iyileşme ve tam olarak sağlanamayan dengeli beslenmeyi garanti etmektedir. Eren vd. (2018) hastanelerde personel, diyabet, mide ve karaciğer hastaları için bir aylık menü planını bulanık

hedef programlama yaklaşımıyla oluşturulmuştur. Önerilen model ILOG 12.6.2 sürümü ile çözülmüş ve oluşturulan menülerin zamandan tasarruf edilmesini sağladığı vurgulanmıştır. Kaçmaz vd. (2018) hastanede özel hastalar için hedef programlama yöntemiyle bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada özel hastalığı olup olmama durumuna göre günde 3 öğün menü planlaması oluşturulmuştur.

Pichugina (2020) standart bir menü planlama problemi ile diyet problemini birleştirerek minimum maliyetli ve menü bileşenleriyle ilgili kısıtlamalar içeren günlük bir beslenme menüsü planı oluşturan karma tam sayılı model önermektedir. Çalışmada önerilen modelin ev ve toplu beslenme amacıyla sağlıklı ve faydalı beslenme planlarının oluşturulmasında uygulanabileceği vurgulanmaktadır. Hamzah vd. (2011) düşük bütçeli hane halkının minimum maliyetli beslenebilmesi için üç öğün menü planlama problemini karma tam sayılı model kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Önerilen modelin aylık gıda bütçesini tahmin etmede ve diğer gelir gruplarının menü planlama probleminde kullanılabileceği vurgulanmıştır. Toplu beslenme menü planlama problemine odaklanan çalışmalarda diyet problemine benzer şekilde maliyet minimizasyonuna odaklanıldığı ve toplu beslenmenin getirdiği diğer yan kısıtların dikkate alındığı görülmektedir. Oruç (2014) bulanık hedef programlama yöntemiyle 19-30 yaş arası işçiler için, set seçimsiz 3 veya 4 kaplı öğlen yemeği menü planlaması gerçekleştirmiştir. Körpeli vd. (2012) hedef programlama ile Kırıkkale Üniversitesi yemekhanesinde set seçimsiz 3 çeşit öğlen menü planlamasına dair çalışma yapmışlardır. Çalışmada, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu enerji, protein, kalsiyum, demir ile A, B1, B2, B3 ve C vitaminleri ile maliyet değerleri dikkate alınmıştır. Ediz ve Yağdıran (2009) tam sayılı hedef programlama tekniği ile 19 – 30 yaş arası işçiler için set-seçimsiz, 3 kaplı, öğle yemeği menüsü geliştirmişlerdir. Menülerin enerji ihtiyacını karşılamasını ve düşük maliyetli olmasını amaçlanmıştır.

Literatürde menü planlama problemine farklı açılardan yaklaşan çalışmalara da rastlamak mümkündür. Baykasoğlu vd. (2016) bir üniversite kafeteryası için çok sayıda kısıtı dikkate alarak menü planlaması yapılmasına imkân veren karar destek sistemi geliştirmiştir. Seljak (2009) menü planlama probleminin çözümü için sezgisel algoritma geliştirmiştir. Geliştirilen sezgisel algoritma insan tarafından hazırlanan 21 günlük menü planı ile karşılaştırmış ve bariz üstünlük sağladığını tespit etmiştir.

Menü planlamayla ilgili çalışmalar bir bütün olarak ele alındığında analitik yöntemlerle ile hazırlanan menülerin maliyet etkin ve gerekli besin değerlerin sağlanması

noktasında el yordamıyla hazırlanan menülere göre üstün olduğu görülmektedir. Toplu beslenme menü planlama problemlerinde ise hazırlanan menülerin optimal menülerin zamandan tasarruf edilerek hazırlanması ön plana çıkmaktadır. Ancak incelenen çalışmalarda yararlanıcıların tercihleri dikkate alındığı görülse de planlamanın diğer paydaşlarının çıkarları gözletilmemiştir. Özellikle menü planlayıcısına farklı politikalar benimseyerek menüler hazırlanmasına olanak tanıyan bir yaklaşımın eksikliği gözlenmektedir. Bu çalışma literatürdeki bu eksikliği giderebilecek özelliklere sahip birçok amaçlı karma tam sayılı model sunmaktadır.

3. Problemin Tanımlanması ve Formülasyonu

Bu çalışmada bir yükseköğretim kurumunda sunulan öğle yemeği menü planlama problemi ele alınmaktadır. Problemin çözümünde kurum, yemek firması ve yararlanıcı olmak üzere üç paydaşın çelişen çıkarları dengelenmeye çalışılmaktadır. Paydaşlar arasındaki ilişkiler şöyle açıklanabilir. Kurum yemek hizmetini ihale usulü ile dış kaynaklardan sağlamaktadır. İhale şartlarını kabul eden firmalar arasından en düşük teklif veren firma ihaleyi kazanmaktadır. Dolayısıyla yemek firması ekonomik çıkarları doğrultusunda ihale yükümlülüklerini yerine getirirken maliyeti düşürme eğilimindedir. Yararlanıcılar ise çıkarları doğrultusunda menüde beğenilen yemeklerin planlanmasını istemekte ve bunun için mümkün olduğunca düşük ücret ödemek arzusunda. Ancak beğenilen yemeklerin yüksek maliyetli olması nedeniyle yararlanıcı ve yemek firmasının çıkarları çelişmektedir. Kurumun önceliği yararlanıcıların dengeli ve yeterli beslenmesi olmakla beraber diğer paydaşlarla arasında uzlaşmayı sağlamaya çalışır. Kurum uzlaşmayı sağlayabilmek için iki enstrümana sahiptir. i) İhale şartnamesini düzenleyebilme kabiliyeti. ii) Aylık menü planını kurum personeline hazırlatabilme kabiliyeti. Her iki enstrümanı beraber kullanarak düşük maliyetli beğenilmeyen menüler ile yüksek maliyetli beğenilen menüler arasında denge kurabilmektedir. Ancak 219 çeşit yemek seçeneği arasından paydaşları tatmin edecek optimal aylık menünün el yordamıyla hazırlanması mümkün değildir. Bu çalışmada hem yararlanıcı hem de yemek firmasının çıkarlarını dengeleyebilecek ayrıca kurumun gereksinimlerini karşılayacak aylık menülerin hazırlanması ve farklı senaryolarda menüdeki değişimin analiz edilebilmesine olanak tanıyan matematiksel model önerilmektedir. Menü planlama karar probleminin operasyonel detayları şöyledir. Menü planlayıcısı hafta içi beş gün ve dört haftadan oluşan bir aylık planlama döneminin her günü için dört kap (grup) set-seçimsiz menü belirlemesi gerekmektedir. Menü planı oluşturulurken sadece şartnamede belirlenen yemek

çeşitlerinin kullanılması ve her grup için belirlenen sıklığın mutlaka sağlanması gerekmektedir (Çizelge 1). Mevsimsel olarak temin edilmesi veya hazırlanması mümkün olmayan yemekler şartnamede bulunmasına rağmen menü planında yer almamalıdır. Aylık olarak hazırlanan menünün her ay tekrarlanmaması için yemeklerin önceki dönemlerde menüde yer alma sayıları takip edilir ve mümkün olduğunca az tercih edilmiş yemeklere menüde yer verilir. Günlük menülerin sahip olması gereken besin (enerji, protein, yağ, karbonhidrat) değeri aralıkları

rehberde hafif aktivite düzeyinde 19-24 yaş kadın ve erkek bireyler için önerilen değerler esas alınarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Menü planını yararlanıcıların ihtiyacı olan hedef değerlerden minimum sapma göstermesi gerekir.

Çizelge 1. Menülerin besin limitleri

	Enerji (kcal)	Protein (g)	Yağ (g)	Karbonhidrat (g)
Alt Değer	720	25,2	16,0	81
Üst Değer	880	44	34,2	132

Çizelge 2. Gruplar bazında yemeklerin tekrarlanma sıklığı ve çeşit sayısı

Grup Kodu	Ana Grup İsmi	Alt Grup	İkincil Alt Grup	Tekrarlanma Sıklığı	Çeşit Sayısı
1-0-0	Çorbalar			Her gün	34
2-1-1	Ana Yemek	Et Yemekleri	Beyaz Et	Haftada 1 defa	21
2-1-2	Ana Yemek	Et Yemekleri	Kırmızı Et	Haftada 2 defa	23
2-2-0	Ana Yemek	Köfteler		Haftada 1 defa	16
2-3-0	Ana Yemek	Etlı Dolmalar		Ayda 1 defa	7
2-4-0	Ana Yemek	Etlı Sebze Yemekleri		Ayda 1 defa	15
2-5-0	Ana Yemek	Etlı Kurubaklagiller		Ayda 1 defa	6
2-6-0	Ana Yemek	Zeytinyağlı Yemekler		Ayda 1 defa	9
3-1-0	Pilav	Pilav		Haftada 3 defa	11
3-2-0	Pilav	Makarna		Haftada 1 defa	7
3-3-0	Pilav	Börekler		Haftada 1 defa	14
4-1-0	Meyve	Salata, Turşu		Haftada 2 defa	14
4-2-0	Meyve	Tatlılar, Kekler		Haftada 1 defa	18
4-3-0	Meyve	Meyve Nektarı, Komposto, Hoşaf		Haftada 1 defa	8
4-4-0	Meyve	Meyve		Haftada 1 defa	16

Yemek maliyetleri çeşitli illerin (Antalya, Erzurum, Gaziantep, İzmir, Kayseri, Gümüşhane) ticaret borsası birim fiyat bültenlerinden (Aralık 2020) ortalama hesaplanarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yemeklerin beğenilme puanları hesaplanırken düzenli olarak yemekhaneden yararlanan 70 adet yararlanıcının görüşüne başvurulmuştur. Çalışmada yemekhane yararlanıcılarının yemekleri beğeni düzeylerinin belirlenmesi için uygulanan anketin etik kurul izni Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 2021/8 sayı ve 29/12/2021 tarihli toplantısında görüşülmüş ve kabul edilmiştir. Yararlanıcılardan şartnamede yer alan her yemeği 1-10 ölçeğinde (Büyük değer yüksek beğeni temsil eder.) değerlendirmeleri istenmiştir. Her bir yemeğin beğenilme değeri 70 anketin ortalaması şeklinde belirlenmiştir. Yemeklerin beğeni değerleri ve maliyet değerleri farklı birimlerle ifade edilmektedir. Problem kapsamında menülerin beğeni ve maliyet değerlerinin değiş tokuşunu mümkün kılabilmek için aynı birim cinsinden ifade edilmesi gerekir. Bu nedenle yemekler her grup kendi içinde beğeni ve maliyet değerleri 1-10 ölçeğinde puana dönüştürülmüştür. Çizelge 4'te değerden puana dönüşüm örneği çorba grubu maliyetleri üzerinden gösterilmektedir. Menüler hazırlanırken seçeneklerin birbiriyle uyumu, içerik benzerliği dikkate alınarak yararlanıcı ve yemek firmasının çıkarları dengelenmeye çalışılır.

Çizelge 3. Yemek maliyet hesabı örneği

Yayla Çorbası Pişmiş servis gramajı: 200 gram/porsiyon

Malzeme	Pişmemiş Miktar	Birim Fiyat	Yemeğin Maliyeti
Pirinç	10,00 Gr	12,81 TL	0,128 TL
Un	8,00 Gr	3,68 TL	0,029 TL
Yoğurt	4,00 Gr	5,35 TL	0,021 TL
Yumurta	1/8 adet	0,82 TL	0,103 TL
Kuru Nane	0,50 Gr	32,00 TL	0,016 TL
Tuz	1,00 Gr	2,75 TL	0,003 TL
Sıvı Yağ (Ayçiçek)	8,00 Gr	12,35 TL	0,099 TL
Toplam Maliyet			0,40 TL

Çizelge 4. Değer puan dönüşüm örneği: çorba grubu

En Yüksek Maliyet	3,370
En Düşük Maliyet	0,400
Puan Aralığı Değeri ((En Yüksek-En Düşük)/10)	0,297
Maliyet TL	Maliyet Puanı
[0,400-0,697)	10
[0,697-0,994)	9
[0,994-1,291)	8
[1,291-1,588)	7
[1,588-1,885)	6
[1,885-2,182)	5
[2,182-2,479)	4
[2,479-2,776)	3
[2,776-3,073)	2
[3,073-3,370]	1

3.1 Matematiksel formülasyon

Tanımlanan problem çok amaçlı karma tam sayılı matematiksel model olarak formüle edilmiştir. Model ile ilgili tanımlamalar Çizelge 5'te, formülasyonu ise Çizelge 6'da gösterilmiştir. Matematiksel modelin amaç fonksiyonu üç amacı (Denklem (1-3)) kapsamaktadır. z_1 menülerde her yemek grubunda en fazla seçilen seçeneğin sayısını minimize ederek mümkün olduğunca her gün farklı yemeğin seçilmesini sağlar. z_2 menülerin besin alt ve üst sınırlarından sapmaları minimize ederek mümkün olduğunca hedeflenen besin değerinin yakalanmasını sağlar. z_3 menülerin beğeni ve maliyet politikası arasındaki dengesini amaçlar. Politika parametresine (ω) bağlı olarak beğeni odaklı veya maliyet odaklı menülerin oluşturulmasına izin verir. Amaçların öncelik sıralaması $z_1 > z_2 > z_3$ şeklindedir.

Çizelge 5. Matematiksel model ile ilgili tanımlamalar

İndisler ve Kümeler	
$w \in W$	Haftalar, $W = \{w_1, w_2, \dots, w_{ W }\}$
$g \in G$	Günler, $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{ G }\}$
$n \in N$	İçerik, $N = \{n_1, n_2, \dots, n_{ N }\}$
$f \in F$	Yemekler, $F = \{f_1, f_2, \dots, f_{ F }\}$
$m \in M$	Ana Yemek Grupları, $M = \{m_1, m_2, \dots, m_{ M }\}$
$m' \in M^m$	m' 'in altındaki yemek grupları, $M^m = \{m'_1, m'_2, \dots, m'_{ M^m }\}$
$m'' \in M^{m'}$	m'' 'in altındaki yemek grupları, $M^{m'} = \{m''_1, m''_2, \dots, m''_{ M^{m'} }\}$
$l \in L$	Limitler, $L = \{\underline{l}, \bar{l}\}$
$b \in B$	Benzerlik Kodları, $B = \{b_1, b_2, \dots, b_{ B }\}$
Parametreler	
$\rho_f^m, \rho_f^{m'}, \rho_f^{m''}$	Yemek f 'in ait olduğu gruplar
ρ_f^c	Yemek f 'nin maliyeti
ρ_f^{cs}	Yemek f 'nin maliyet puanı
ρ_f^{ls}	Yemek f 'nin beğeni puanı
ρ_f^n	Yemek f 'nin içerik n 'deki değeri
ρ_f^a	Yemek f 'nin planlamaya dahil olup olmaması
ρ_f^p	Yemek f 'nin önceki planlamada sayısı
ρ_f^b	Yemek f 'nin benzerlik kodu
$L_{l,n}$	Menünün içerik n 'deki l limiti
ω	Menü maliyet beğeni dengesi politika parametresi, $\omega \in [0,1]$
Karar Değişkenleri	
$x_{w,g,m,f}$	Hafta w 'nin g gününde m ana yemek grubundan yemek f seçilmişse 1, aksi halde 0.
τ_f	Planlama döneminde yemek f 'nin menüdeki sayısı
τ_m	Planlama döneminde m ana yemek grubunda en fazla tekrar eden yemeğin sayısı
$\beta_{w,g}$	Hafta w 'nin g günündeki menünün ortalama beğeni puanı
$\gamma_{w,g}$	Hafta w 'nin g günündeki menünün ortalama maliyet puanı
$\vartheta_{w,g,l,n}$	Hafta w 'nin g günündeki menünün n içeriğinde l limitinden sapma miktarı

Çizelge 6. Matematiksel modelin formülasyonu

Amaç Fonksiyonu;	
min z_1	$\sum_{m \in M} \tau_m \quad (1)$
min z_2	$\sum_{w \in W} \sum_{g \in G} \sum_{l \in L} \sum_{n \in N} \frac{\vartheta_{w,g,l,n}}{L_{l,n}} \quad (2)$
max z_3	$\omega * \sum_{w \in W} \sum_{g \in G} \beta_{w,g} + (1 - \omega) * \sum_{w \in W} \sum_{g \in G} \gamma_{w,g} \quad (3)$
Kısıtlar;	
	$\sum_{g \in G} x_{w,g,m,f} \leq 1 \quad \forall w \in W, m \in M, f \in F \quad (4)$
	$\sum_{f \in F} \sum_{m \in M: \rho_f^m = m} x_{w,g,m,f} * \rho_f^n + \vartheta_{w,g,l,n} \geq L_{l,n} \quad \forall w \in W, g \in G, n \in N \quad (5)$
	$\sum_{f \in F} \sum_{m \in M: \rho_f^m = m} x_{w,g,m,f} * \rho_f^n + \vartheta_{w,g,l,n} \leq \bar{L}_{l,n} \quad \forall w \in W, g \in G, n \in N \quad (6)$
	$\sum_{f \in F: \rho_f^m = m} x_{w,g,m,f} = 1 \quad \forall w \in W, g \in G, m \in M \quad (7)$
	$\sum_{f \in F: \rho_f^m = m, \rho_f^a = 0} x_{w,g,m,f} = 0 \quad \forall w \in W, g \in G, m \in M \quad (8)$
	$\frac{\sum_{f \in F} \sum_{m \in M} x_{w,g,m,f} * \rho_f^{ls}}{\rho_f^m} = \beta_{w,g} \quad \forall w \in W, g \in G \quad (9)$
	$\frac{\sum_{f \in F} \sum_{m \in M} x_{w,g,m,f} * \rho_f^{cs}}{\rho_f^m} = \gamma_{w,g} \quad \forall w \in W, g \in G \quad (10)$
	$\sum_{w \in W} \sum_{g \in G} x_{w,g,\rho_f^m,f} = \tau_f \quad \forall f \in F \quad (11)$
	$\tau_f + \rho_f^p \leq \tau_m \quad \forall m \in M, f \in F: \rho_f^m = m \quad (12)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 1, \rho_f^{m''} = 1} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (13)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 1, \rho_f^{m''} = 2} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 2 \quad \forall w \in W \quad (14)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 2} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (15)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 3} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad (16)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 4} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad (17)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 5} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad (18)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 2, \rho_f^{m'} = 6} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad (19)$
	$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m = 3, \rho_f^{m'} = 1} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 3 \quad \forall w \in W \quad (20)$

Çizelge 6. (devamı) Matematiksel modelin formülasyonu

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=2} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (21)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=3} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (22)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 2 \quad \forall w \in W \quad (23)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=2} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (24)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=3} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (25)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=4} x_{w,g,\rho_f^m,f} = 1 \quad \forall w \in W \quad (26)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=2, \rho_f^{m'}=5} x_{w,g,\rho_f^m,f} \leq \sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} \quad \forall w \in W, g \in G \quad (27)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=2, \rho_f^{m'}=3} x_{w,g,\rho_f^m,f} + \sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (28)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=2, \rho_f^{m'}=6} x_{w,g,\rho_f^m,f} + \sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (29)$$

$$\sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=2, \rho_f^{m'}=4} x_{w,g,\rho_f^m,f} + \sum_{g \in G} \sum_{f \in F: \rho_f^m=4, \rho_f^{m'}=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (30)$$

$$\sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=1, \rho_f^b=b} x_{w,g,\rho_f^m,f} + \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=1, \rho_f^b=b} x_{w,g+1,\rho_f^m,f} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \setminus \{g_{|G}\}, b \in B \quad (31)$$

$$x_{w,g,1,f_1} + \sum_{f \in F: \rho_f^m=3, \rho_f^{m'}=1, \rho_f^b=1} x_{w,g,\rho_f^m,f} + x_{w,g,4,f_{179}} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (32)$$

$$x_{w,g,1,f_{26}} + x_{w,g,2,f_{117}} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (33)$$

$$x_{w,g,1,f_{26}} + x_{w,g,2,f_{118}} \leq 1 \quad \forall w \in W, g \in G \quad (34)$$

Matematiksel model 31 adet kısıta (Denklem (4-34)) sahiptir. Kısıt 4 bir yemeğin haftada en fazla bir kez menüde yer verilmesini sağlar. Kısıt 5 ve 6 sırasıyla günlük menülerin besin değeri alt ve üst limitlerinden ne kadar saptığını hesaplar. Kısıt 7 menülerde her ana yemek grubundan sadece bir seçeneğin seçilmesini sağlar. Kısıt 8 planlama dönemine dahil olmayan yemeklerin seçilmesini engeller. Kısıt 9 ve 10 sırasıyla günlük menülerin ortalama beğeni ve maliyet puanını hesaplar. Kısıt 11 planlama döneminde her yemeğin kaç defa seçildiğini hesaplar. Kısıt 12 menülerde her yemek grubu için en fazla seçilen yemeğin sayısını hesaplar.

Kısıt 13-26 yemeklerin menülerde yer alma sıklığıyla ilgili kısıtlardır. Kısıt 13 haftalık menü planlamasında beyaz et grubundaki (2-1-1) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 14 haftalık menü planlamasında kırmızı et grubundaki (2-1-2) yemeklerden haftada iki defa

seçilmesini sağlar. Kısıt 15 haftalık menü planlamasında köfte grubundaki (2-2-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 16 aylık menü planlamasında etli dolmalar grubundaki (2-3-0) yemeklerden ayda bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 17 aylık menü planlamasında etli sebze yemekleri grubundaki (2-4-0) yemeklerden ayda bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 18 aylık menü planlamasında etli kurubaklagil yemekleri grubundaki (2-5-0) yemeklerden ayda bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 19 aylık menü planlamasında zeytinyağlı yemekleri grubundaki (2-6-0) yemeklerden ayda bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 20 haftalık menü planlamasında pilav grubundaki (3-1-0) yemeklerden haftada üç defa seçilmesini sağlar. Kısıt 21 haftalık menü planlamasında makarna grubundaki (3-2-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 22 haftalık menü planlamasında börek grubundaki (3-3-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 23 haftalık menü planlamasında salata-turşu grubundaki (4-

1-0) yemeklerden haftada iki defa seçilmesini sağlar. Kısıt 24 haftalık menü planlamasında tatlı-kek grubundaki (4-2-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 25 haftalık menü planlamasında meyve suyu-komposto-hoşaf grubundaki (4-3-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar. Kısıt 26 haftalık menü planlamasında yaş meyve grubundaki (4-4-0) yemeklerden haftada bir defa seçilmesini sağlar.

Kısıt 27-34 yemeklerden birbiriyle uyumu, içerik benzerliği ile ilgili kısıtlardır. Kısıt 27 günlük menüde etli kurubaklagil grubundan (2-5-0) bir yemeğin seçilmesi durumunda pilav grubundan (3-1-0) bir yemeğin mutlaka seçilmesini sağlar. Kısıt 28 etli dolma grubundan (2-3-0) bir yemek ile pilav grubundan (3-1-0) bir yemeğin aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 29 zeytinyağlı grubundan (2-6-0) bir yemek ile salata grubundan (4-1-0) bir yemeğin aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 30 etli sebze yemekleri grubundan (2-4-0) bir yemek ile salata grubundan (4-1-0) bir yemeğin aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 31 pilav grubundaki benzer içeriğe sahip yemeklerin birbirini takip eden günlük menülerde yer almasını engeller. Kısıt 32-34 farklı gruplarda benzer içeriğe sahip belirli yemeklerin aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 32 yayla çorbası (f_1), prinçli pilavlar grubundaki yemeklerin ve sütlacın aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 33 gendime çorbası (f_{26}) ve kuru fasulye (f_{117}) yemeklerin aynı günlük menüde yer almasını engeller. Kısıt 34 gendime çorbası (f_{26}) ve nohut (f_{118}) yemeklerin aynı günlük menüde yer almasını engeller.

4. Bulgular

Bu bölümde önerilen matematiksel modelin davranışı ve sonuçların politika parametresine duyarlılığı incelenmiştir. Araştırma Intel Core i5-8250U CPU 1.60 GHz işlemci ve 12 GB belleğe sahip bilgisayar üzerinde

Python programlama dili, Gurobi çözücüsü kullanarak gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle modelin davranışı kısıtlara uygun menü planlayıp planlamadığı aşağıdaki ayarlama ve beklentilerle test edilmiştir. Modelin hafıza özelliğinin etkisini gözlemlemek için model iki defa peş peşe çalıştırılmıştır. İlk çalıştırma sonucunda yemeklerin planlama sayıları geçmiş planlama dönemine ait yemek sayılarını temsil edecek şekilde ikinci çalıştırmaya veri (ρ_f^p) olarak dahil edilmiştir. İkinci çalıştırmada mümkün olduğunca farklı yemeklerin tercih edilmesi beklenmektedir.

Mevsimsellik etkisinin menü planına dahil edilip edilmediğini gözlemlemek için meyve grubundan 11 çeşit yemek parametre olarak pasif hale getirmiştir. Aktif 208 çeşit yemek ile model testi gerçekleştirilmiştir. Pasif hale getirilen yemeklerin planlamaya dahil edilmemesi beklenmektedir.

Maliyet ve beğeni açısından dengeli bir menü hazırlanması için politika parametresi $w = 0,5$ olarak belirlenmiştir. Günlük menülerin ortalama maliyet ve beğeni puanlarının uç değerlerden uzak, ortalama değerlerde yoğunlaşması beklenir.

Kabul edilebilir menü planının oluşup oluşmadığının gözlemlenebilmesi için günlük menülerin belirlenen besin değeri limitleri arasında olması ve 4 haftalık menü planının şartnamedeki yemek sıklıkları ve uyum kurallarını ihlal etmemesi beklenir.

Modelin testi sonucunda hazırlanan 4 haftalık menü planı ve günlük menülerin besin değerleri ve ortalama beğeni ve maliyet puanları Çizelge 7 ve 8'de gösterilmektedir. Çizelgelerdeki sonuçlar ikinci çalıştırmanın sonucudur. İlk çalıştırma veri hazırlamak amacıyla gerçekleştirildiği için sonuçları çalışmada raporlanmamıştır.

Çizelge 7. 4 haftalık menü planlamasında günlük menüler

1. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Çorba	Kafkas Çorbası	Nohut Çorbası	Mengen Çorbası	Yeşil Mercimek Çorbası	Ezogelin Çorba
Ana Yemek	Olimpiyat Köfte	Orman Kebabı	Sebzeli Piliç	Sebzeli Kebap	Yoğurtlu Biber Dolma
Pilav	Bezelyeli Pirinç Pilavı	Sebzeli Bulgur Pilavı	Pirinç Pilavı	Yoğurtlu Makarna	Ispanaklı Börek
Meyve	Karışık Turşu	Mandalina	Ayran	Supangle	Söğüş
2. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Çorba	Kırmızı Mercimek Çorba	Ayran Aşı Çorbası	Kremalı Mantar Çorbası	Köy Çorbası	Tavuk Suyu Çorba
Ana Yemek	Sebzeli Köfte	Piliç Pirzola Biftek	Bahçivan Kebabı	Çoban Kavurma	Yoğurtlu Karnabahar Kızartma
Pilav	Bulgur Pilavı	Pirinç Pilavı	Soslu Makarna	Avcı Böreği	Bezelyeli Pirinç Pilavı
Meyve	Sütlac	Patates Salatası	Elma	Çoban Salatası	Yoğurt

Çizelge 7. (devamı) 4 haftalık menü planlamasında günlük menüler

3. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Çorba	Tarhana Çorbası	Domates Çorbası	Bulgur Çorbası	Yayla Çorba	İrmik Çorbası
Ana Yemek	Et Izgara	Sebzeli Kebap	Etli Kuru Fasulye	Bahçıvan Köfte	Piliç Pirzola
Pilav	Meyhane Pilavı	Kıymalı Makarna	Sebzeli Pirinç Pilavı	Ispanaklı Tepsi Böreği	Nohutlu Pirinç Pilavı
Meyve	Meyve Suyu	Revani	Cacık	Salatalık Turşusu	Kivi
4. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Çorba	Erişte Çorbası	Köfteli Sebze Çorbası	Sebze Çorbası (Kış)	Köylü Çorbası	Gendime Çorbası
Ana Yemek	Piliç Sis	Patates Oturtma	Et Döner	Yahni	Çiftlik Köfte
Pilav	Sebzeli Makarna	İç Pilav	Nohutlu Bulgur Pilavı	Patatesli Börek	Meyhane Pilavı
Meyve	Revani	Portakal	Elma Komposto	Karışık Salata	Rus Salatası

Çizelge 8. 4 haftalık menü planlamasında günlük menülerin besin değerleri ve ortalama beğeni ve maliyet puanları

	1. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Enerji		769	759,1	725,1	798	848,7
Protein		29	27,6	31,9	33,4	41,7
Yağ		33,7	34,2	27,5	33,1	31,4
Karbonhidrat		84,1	82,8	85,8	89,8	97,7
Ort. Beğeni Puanı		4,5	5,75	4,75	6,75	6,5
Ort. Maliyet Puanı		7,5	7,25	7,25	7,5	8,25
	2. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Enerji		768,1	802,3	762,1	787,4	749
Protein		32,9	42,8	37,5	41,9	26
Yağ		32,3	31,9	30,1	31,6	34,2
Karbonhidrat		85,2	83,8	83,6	82,3	81,2
Ort. Beğeni Puanı		6,5	7,5	6,25	6	5,25
Ort. Maliyet Puanı		8,5	7,25	8,5	6,5	7,25
	3. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Enerji		753,7	873,4	754,2	735,1	819,8
Protein		32,5	35,8	27,5	34,3	42
Yağ		31,4	28,3	33,4	28,7	32,4
Karbonhidrat		82,8	116,7	84,4	82,7	86
Ort. Beğeni Puanı		5,75	5,5	4,75	7,25	5,5
Ort. Maliyet Puanı		7,25	8,5	7,75	8,25	7,75
	4. Hafta	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Enerji		871,2	763,6	804,8	808,1	756,9
Protein		40,9	28,6	29,3	34,5	28,4
Yağ		31,1	31,9	33,3	32,2	32,3
Karbonhidrat		105,3	87,4	95,4	92,5	86,5
Ort. Beğeni Puanı		6,25	6	4,25	6,25	5
Ort. Maliyet Puanı		8,75	7,5	7,75	7,75	7,5

4 Haftalık menü planlamasından ilk bakışta yapılabilecek tespitler şöyledir. Mevsimin menü planı üzerindeki etkisini gözlemlemek için pasif hale getirilen yemekler (Ayva Tatlısı, Karpuz, Kavun, Üzüm, Kiraz, Şeftali, Çilek, Erik, Malta Eriği, Kayısı, Ayva) planlamada yer almamıştır. Bu tespit modelin beklenildiği gibi davrandığını ve karar vericinin yemek parametrelerini değiştirerek ilgili dönem için hangi yemeğin planlamaya dahil olup olmayacağını belirleyebileceğini göstermektedir. Bu sayede mevsim nedeniyle olmasa bile herhangi bir nedenle ilgili yemeğin hazırlanması mümkün olamaması durumlarda menü planının yayınlandıktan sonra güncellenmesine gerek

kalmadan planlama aşamasında müdahale edilebilmektedir. Bir diğer tespit 4 çeşit yemek grubunda planlama döneminin her gününde uygun bir menü planlanmıştır. Şartnamede belirlenen yemek sıklıkları ile ilgili kısıtların (Kısıt 13-26) ve günlük menülerdeki yemekleri birbiriyle uyumu ve içerik benzerliği ile ilgili kısıtlamaların (Kısıt 27-34) sağlandığı görülmektedir. Model temel olarak kendisinden beklenen menü planını yaklaşık 14 saniye gibi kısa bir sürede hazırlayabilmektedir. 4 haftalık menü planı besin değerleri açısından incelendiğinde belirlenen alt ve üst limitlerin ihlal edilmediği görülmektedir (Çizelge 9).

Menülerin ortalama beğeni ve maliyet puanlarının frekansı (Çizelge 10) incelendiğinde politika parametresinin 0,5 olarak belirlenmesine paralel olarak dengeli bir menü planı oluşturulduğu görülmektedir. Menüler ortalama değerlerde yoğunlaşmaktadır.

Çizelge 9. 4 haftalık menünün besin istatistikleri

	En Yüksek	En Düşük	Ortalama	Alt Limit	Üst Limit
Enerji	873,4	725,1	785,5	720,0	880,0
Protein	42,8	26,0	33,9	25,2	44,0
Yağ	34,2	27,5	31,8	16,0	34,2
Karbonhidrat	116,7	81,2	88,8	81,0	132,0

Çizelge 10. 4 haftalık menünün ortalama beğeni ve maliyet puanı istatistikleri

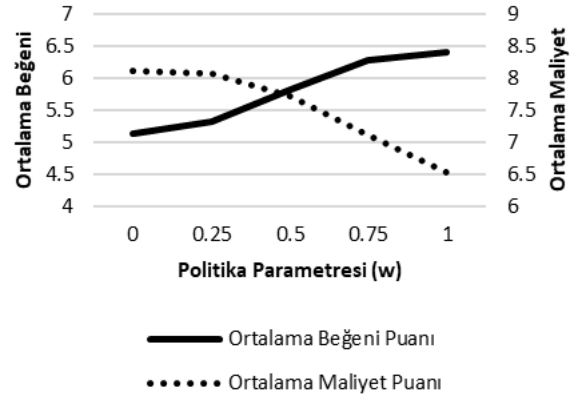
Ort. Puanı	Beğeni Sayısı	Ort. Maliyet Puanı	Menü Sayısı
<5	4	<7	1
5-7	14	7-8	13
>7	2	>8	6

Modelin hafıza özelliğinin davranışları hakkında yapılan tespitler ve çıkarımlar şöyledir. Birinci ve ikinci çalıştırmada toplam 46 adet yemek tekrar etmiş ve 34 adet yemek değişmiştir. 4 haftalık menü planının yaklaşık %43'ünün değişmiş olması sabit bir menü planının oluşmadığını, yemek çeşitliliğinin sunulduğunu kanıtlamaktadır. Tekrar eden yemekler incelendiğinde tekrarlanan yemeklerin %43'ünün (20 adet) çorba grubunda, %24'ü (11 adet) pilav grubunda ve %33'ünün (15 adet) meyve grubunda olduğu gözlenmektedir. Ana yemek grubunda tekrar eden yemek bulunmamaktadır. Bu sonucun nedeni şartnamede ana yemek grubunun diğer gruplara göre sayıca daha fazla yemeği barındırmasıdır. Çeşitlerin fazla olması nedeniyle model ana yemek grubunda yemekleri tekrar etmeden menü planını hazırlayabilmiştir. Bu sonuç diğer gruplarda da yeterince çeşit olması durumunda yemek tekrarının tamamıyla engellenebileceğini göstermektedir. Yemek çeşitliliğinin artması durumunda el yordamıyla menü planının daha zor bir hal alacağı unutulmamalıdır.

Menü planının politika parametresine (w) duyarlılığı 5 senaryoda ($w = \{0, 0.25, 0.5, 0.75, 1\}$) incelenmiştir. $w = 0$ maliyet odaklı bir politikayı $w = 1$ ise beğeni odaklı bir politikayı temsil etmektedir. Ara değerler denge politikalarını temsil etmektedir. 5 senaryoda ölçülen ortalama beğeni ve maliyet puanları Şekil 1'de gösterilmektedir.

Beğeni ve maliyetin ters orantılı olduğu görülmektedir. Beğenilen menülerin yüksek maliyetli olması ve bunun tam tersinin geçerli olması bu sonucu doğrulamaktadır. Bu

kapsamda karar vericinin yararlanıcının çıkarlarını korumaya çalışmak için beğenilen yemeklere sık yer verilmesi hizmet sağlayıcının maliyetlerini artıracak ve hizmetin sürdürülebilmesi için gerekli olan finansal motivasyonu ortadan kaldıracaktır. Tam tersi durumda yararlanıcı beğenmediği yemeklerin servis edildiği yemekhaneyi tercih etmekten vazgeçecektir.



Şekil 1. Senaryoların Ortalama Beğeni ve Maliyet Puanları

Bu durum toplu beslenmenin sağlanamayacağını anlamına geldiği için istenmeyen bir durumdur. Karar vericinin mutlak suretle yararlanıcı ve hizmet sağlayıcı arasındaki çıkar çatışmasını dengelemesi gerekmektedir. Öğrencilerin yüksek motivasyona sahip olması gereken sınav dönemlerinde beğeni odaklı yemeklerin planlanması öğrencileri memnun edecektir. Benzer şekilde öğrencilerin okulda bulunmadıkları dönemlerde maliyet puanı yüksek (maliyeti düşük) yemeklerin planlanması yemek firmasını memnun edecektir. Karar vericinin politika değişikliği gerektiren durumlara uyum sağlayabilmesi önerilen matematiksel model ile mümkün olabilmektedir. w politika parametresi 1'e yaklaştıkça beğeni odaklı, 0'a yaklaştıkça maliyet odaklı bir menü planı hazırlanabilmektedir. 0.5 olması durumunda ise paydaşların çıkarlarının dengelendiği menü elde edilebilmektedir. Paydaşların bireysel çıkarlarına odaklanmanın avantaj sağlamadığı normal dönemlerde politika parametresinin 0.5 olarak belirlenmesi uygun olacaktır.

4.1. Model sonuçlarının el yordamıyla hazırlanan menü planı ile karşılaştırılması

Çalışmada önerilen modelin sağlamlığını test edebilmek için model sonuçları ile el yordamıyla hazırlanan menü planı karşılaştırılmıştır. Bu amaçla Çizelge 11'de gösterilen 2022 Aralık ayına ait el yordamıyla hazırlanan menü planı incelenerek karar vericinin nasıl bir politika izlediği öngörülmeye çalışılmıştır.

2022 Aralık ayına ait menü planının inceleme sonuçları ise Çizelge 12'de gösterilmektedir. El yordamıyla hazırlanan menü planının Çizelge 1'de belirtilen besin limitlerinin

altında veya üstünde kalarak çok defa ihlal ettiği görülmektedir. Enerji, protein, yağ ve karbonhidrat limitleri sırasıyla 12 (%60), 7 (%35), 11 (%55), 12 (%60) menüde ihlal edilmiştir. Bu tespit el yordamıyla hazırlanan menülerin belirlenen besin değerlerini garanti etmediğini göstermektedir. Çizelge 11'deki menü dikkatli incelenirse çorba grubunda yemeklerin tekrar edildiği gözlemlenebilir. Bu tespit ise yemek çeşitliliğinin menü planının el yordamıyla hazırlanması durumunda sağlanamadığını göstermektedir. 2022 Aralık ayı menü planının ortalama beğeni (5,9) ve maliyet puanları (7,2)

Şekil 1'de gösterilen ortalama maliyet ve beğeni arasındaki ödünleşim dikkate alındığında karar vericinin beğeni ağırlıklı bir politika ($w = 0.75$) benimsediği sonucuna ulaşılabilir. Bu çıkarıma dayanarak politika parametresi $w = 0.75$ ve bir önceki planlama dönemi (2022 Kasım) menü planında yer verilen yemeklerin sayıları ρ_f^p parametresi olarak kabul edilerek önerilen model ve el yordamıyla hazırlanan (2022 Aralık) menü planı karşılaştırılmıştır.

Çizelge 11. 2022 aralık ayına ait el yordamıyla hazırlanan menü planı

Tarih	5.12.2022	6.12.2022	7.12.2022	8.12.2022	9.12.2022
Çorba	Domates Çorbası	Mengen Çorbası	Ezogelin Çorba	Şehriye Çorba	Sebzeli Çorbası
Ana Yemek	Tas Kebabı	İzmir Köfte	Piliç Haşlama	Karışık Dolma	Sebzeli Kebab
Pilav	Pirinç Pilavı	Bulgur Pilavı	Soslu Makarna	Kıymalı Börek	Pirinç Pilavı
Meyve	Karışık Salata	Ayran	Yeşil Salata	Kemalpaşa Tatlısı	Armut
Ort. Maliyet	7,3	7,3	5,3	7,3	7,5
Ort. Beğeni	4,5	7	7,5	7,8	5,8
Enerji	711,6	744,1	973	951,8	697,0
Protein	27,7	29,1	64,8	34,4	26,1
Yağ	35,5	33,5	55,6	33,2	23,8
Karbonhidrat	68,8	80,2	52,7	133,6	85,2
Tarih	12.12.2022	13.12.2022	14.12.2022	15.12.2022	16.12.2022
Çorba	Tarhana Çorbası	Buğday Çorbası	Acem Çorbası	Kırmızı Mercimek Çorba	Köylü Çorbası
Ana Yemek	Orman Kebabı	Yahni	Sebzeli Piliç	Bahçivan Köfte	Patates Oturtma
Pilav	Bulgur Pilavı	Yoğurtlu Makarna	Pirinç Pilavı	Peynirli Börek	Pirinç Pilavı
Meyve	Rus Salatası	Üzüm Hoşafı	Kabak Tatlısı	Elma	Mevsim Salata
Ort. Maliyet	7,6	6,9	7,5	8,1	6,8
Ort. Beğeni	6,5	4,8	5,0	5,0	6,0
Enerji	615,8	753,4	740,8	988,2	722,2
Protein	23,0	28,5	32,8	44,7	23,2
Yağ	33,0	36,9	20,3	51,8	32,0
Karbonhidrat	55,9	74,7	104,9	103,5	83,0
Tarih	19.12.2022	20.12.2022	21.12.2022	22.12.2022	23.12.2022
Çorba	Gendime Çorbası	Kafkas Çorbası	Ezogelin Çorba	Ekşili Köfte Çorbası	Şehriye Çorba
Ana Yemek	Avcı Kebabı	Olimpiyat Köfte	Fırın Piliç	Orman Kebabı	Etili Kuru Fasulye
Pilav	Bulgur Pilavı	Pirinç Pilavı	Patatesli Börek	Soslu Makarna	Pirinç Pilavı
Meyve	Yeşil Salata	Şekerpare	Mandalina	Elma Komposto	Havuç Salatası
Ort. Maliyet	7,1	8,1	5,9	7,6	8,1
Ort. Beğeni	7,5	8,3	5,8	3,5	6,8
Enerji	788,6	880,1	934,2	995,7	722,4
Protein	29,0	29,4	45,8	30,8	26,5
Yağ	48,6	37,0	37,2	34,9	30,7
Karbonhidrat	57,7	104,9	101,2	136,3	83,2
Tarih	26.12.2022	27.12.2022	28.12.2022	29.12.2022	30.12.2022
Çorba	Kırmızı Mercimek Çorba	Tarhana Çorbası	Sebzeli Çorbası	Mengen Çorbası	Şehriye Çorba
Ana Yemek	Filiz Kebabı	Bahçivan Kebabı	Sebzeli Piliç	Zeytinyağlı Barbunya	Fırın Köfte
Pilav	Pirinç Pilavı	Yoğurtlu Makarna	Bulgur Pilavı	Kıymalı Börek	Pirinç Pilavı
Meyve	Yoğurt	Portakal	Kalburabastı	Karışık Salata	Cacık
Ort. Maliyet	8,5	7,2	6,7	7,1	8,5
Ort. Beğeni	7,5	4,8	4,5	5,0	5,0
Enerji	813,7	603,9	646,8	939,5	842,9
Protein	35,0	26,6	24,8	23,9	41,9
Yağ	38,1	31,2	27,5	46,1	39,4
Karbonhidrat	80,7	51,1	73,7	99,1	78,9

Çizelge 12. 2022 aralık menü planı inceleme sonuçları

Maksimum	Minimum	Ortalama		Altında	Arasında	Üstünde	İhlal Oranı
995,7	603,9	803,3	Enerji	5	8	7	%60
64,8	23,0	32,4	Protein	4	13	3	%35
55,6	20,3	36,3	Yağ	0	9	11	%55
136,3	51,1	85,5	Karbonhidrat	10	8	2	%60
8,3	3,5	5,9	Ort. Beğeni P.				
8,53	5,1	7,2	Ort. Maliyet P.				

Çizelge 13. 2022 aralık menü planı ile model sonuçlarının karşılaştırılması

2022 Aralık Menü Planı				Önerilen Model		
Maksimum	Minimum	Ortalama		Maksimum	Minimum	Ortalama
995,7	603,9	803,3	Enerji [720-880]	854,0	745,4	785,9
64,8	23,0	32,4	Protein [25,2-44]	43,8	26,1	34,0
55,6	20,3	36,3	Yağ [16-34,2]	34,2	22,8	32,0
136,3	51,1	85,5	Karbonhidrat [81-132]	124,5	81,0	88,4
8,3	3,5	5,9	Ort. Beğeni P.	8,3	5,0	6,3
8,53	5,1	7,2	Ort. Maliyet P.	8,8	5,3	7,1

Karşılaştırma (Çizelge 13) sonucunda önerilen modelin menü besin değerlerini ihlal etmediği gözlenmiştir. Besin değerlerinde gözlemlenen maksimum ve minimum değerler arasındaki farkın el yordamıyla hazırlanan menü planına göre daha düşük olması önerilen modelin daha tutarlı menüler oluşturduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca her iki menü planında yakın ortalama maliyet puanı elde edilmişken önerilen model ile ortalama beğeni puanı göreceli olarak daha yüksektir. Bu sonuç önerilen modelin karar vericiye göre daha hassas ve doğru tercihler yapabildiğini kanıtlamaktadır.

5. Sonuçlar

Bireylerin günlük rutinleri içerisinde vücudun ihtiyaç duyduğu temel besin içeriklerinden yeteri kadar alarak dengeli beslenmeyi sağlamaları oldukça güçtür. Okul, hastane, işyerleri gibi ortak yaşam alanlarında toplu beslenme ile bireylerin dengeli beslenme çabaları desteklenebilir. Bireysel beslenmeye kıyasla toplu beslenmenin sağladığı avantajlar, toplumun beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesini ve dengeli beslenmesini amaçlayan kamu politikalarının toplu beslenme sürecini düzenlemeye yönelik çabalarını destekler. Bu kapsamda Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığının hazırladığı "Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi" başlıklı rehber toplu beslenme sürecine yönelik detaylı yönlendirmeleri kapsamaktadır. Ancak toplu beslenme sürecindeki kurum, hizmet sağlayıcı ve yararlanıcı paydaşlarını tatmin eden

menü planının nasıl hazırlanacağına yönelik sistematik bir yaklaşım sunmamaktadır.

Toplu beslenmede menü planlaması belirli bir planlama periyodunda hangi gün hangi grupta hangi yemeğin planlanacağına çeşitli yan kısıtları dikkate alarak karar verme sürecini kapsamaktadır. Menü planlama literatürü incelendiğinde bireylerin sağlık sorunlarına yönelik olarak diyet menülere odaklanan ve ayrıca hastane, okul gibi ortak yaşam alanlarındaki dengeli ve yeterli beslenmeyi sağlayan menüler oluşturmaya odaklanan çalışmalara rastlanılmaktadır. Bu çalışmalarda bireyin ihtiyaç duyduğu besinleri alması, düşük maliyetli olması ortak amaç olarak belirmektedir. Menü planlama kararını etkileyebilen paydaşların çıkarlarını gözeterek bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada bir üniversite yemekhanesinde kurum, hizmet sağlayıcı ve yararlanıcının çıkarlarını gözeterek menü planlama problemi ele alınmaktadır. Üniversitenin ihale şartnamesi çerçevesinde tanımlanan menü planlama problemi maliyet odaklı, beğeni odaklı veya dengeli menüler hazırlayabilen, hafıza özelliğine sahip ve mevsim etkilerini dikkate alabilen matematiksel model ile çözülmüştür. Modelin sahip olduğu bu özellikler çalışmanın menü planlama literatürüne katkılarını oluşturmaktadır. Pratik uygulamada ise karar vericinin farklı zaman dilimlerinde farklı politikalar ile menü planları hazırlamasına izin vererek paydaşların tatminini en üst düzeye çıkarabilecek bir yapı sunmaktadır.

Çalışmada modelin özellikleri ve temel beklentiler test edilmiş ve uygulanabilirliği doğrulanmıştır. Beğeni ve maliyet odaklı menüler hazırlanmasına olanak tanıyan politika parametresinin menü planı performans parametreleri olan ortalama beğeni ve maliyet puanları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca önerilen model el yordamıyla hazırlanan menü planı ile karşılaştırılarak el yordamıyla hazırlanan menü planının eksiklikleri ortaya konularak ve model sonuçlarının üstünlüğü vurgulanmıştır.

Sonraki çalışmalarda yararlanıcıların günlük yemekhaneden yararlanma olasılıkları planlamaya dahil edilerek maliyet beğeni dengesi gün bazında planlanabilir. Ayrıca online bir platform veya bir cep telefonu uygulaması ile yararlanıcıların menü planlama sürecine dinamik olarak katılımını sağlayacak bir karar destek sistemi hazırlanabilir. Toplu beslenme hizmeti verilen kurumlarda yemek hizmetin kalitesi kurumun kalitesiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle okul, üniversite, hastane, işyeri gibi kurumlarda menü planlamanın iyileştirilmesine yönelik araştırmalar desteklenmelidir.

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar 1: Yazma/inceleme ve düzenleme, Doğrulama, Veri toplama

Yazar 2: Yazma/orijinal taslak, Yazma/inceleme ve düzenleme, Doğrulama, Kavramsallaştırma, Metodoloji

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Veri kümeleri istek üzerine mevcuttur. Bu makalenin sonuçlarını destekleyen ham veriler, yazarlar tarafından herhangi bir çekince olmaksızın sunulacaktır.

6. Kaynaklar

- Ai Lee, O., Firdaus Sufahani, S., Helmy Abd Wahab, M., Zulkarnain Syed Idrus, S., Surono, S., ve Ahmad, A., 2020. Computerized integer programming method: menu scheduling for critical illness patients. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 917, 1, 012057. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/917/1/012057>
- Baykasoğlu, A., Taşkıran, D., ve Akkoyun, H. G., 2016. Toplu Beslenme İçin Menü Planlama Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulanması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31, 1, 191–200. <https://doi.org/10.17341/GUMMFD.74322>

- Ediz, A., ve Yağdıran, Y., 2009. Hedef Programlama Tekniği ile Menü Planlaması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11, 1, 45–74.
- Eren, T., Kaçmaz, S. Ö., ve Şengül, N., 2018. Hastanelerde Özel Hastalar İçin Bulanık Hedef Programlama ile Menü Planlaması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11, 1, 1–37. <https://doi.org/10.20854/BUJSE.330745>
- Guala, S., ve Marenco, J., 2020. Scheduling weekly menus in a hospital with integer programming techniques. *Investigacion Operacional*, 41, 1, 67–79.
- Hamzah, P., Shuib, A., Tumin, H., Shamsudin, M. R., ve MD. Yusof, S., 2011. Two-stage LP diet model for Malay households. *2011 IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering, CHUSER 2011*, 562–567. <https://doi.org/10.1109/CHUSER.2011.6163796>
- Handayani, D., Rianti, I. S., Mahesa, F., Hamida, K., Umam, M. R. A., Naura, N. W., Ricky, Gestiovani, I., ve Sabila, S., 2021. A simple mathematical model simulating individual weight based on daily diet menu. *AIP Conference Proceedings*, 2423, 1. <https://doi.org/10.1063/5.0075685>
- Hui, L. S., Sufahani, S. F., Khalid, K., Wahab, M. H. A., Idrus, S. Z. S., Ahmad, A., ve Subramaniam, T. S., 2021. Menu scheduling for high blood pressure patient with optimization method through Integer Programming. *Journal of Physics: Conference Series*, 1874, 1. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1874/1/012088>
- Ichraf, J., Soulef, S., ve Hichem, K., 2020. Incorporating the decision maker's preferences in Dietary Menu Planning problem. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 806–811. <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317191>
- Jamaludin, M. A., ve Sufahani, S. F., 2022. Nutritious Menu and Nutrient Planning for Avoiding Stroke Disease by Using Optimization Technique. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 348, 45–56. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7597-3_4
- Kaçmaz, S. Ö., Şengül, N., Eren, T., ve Özder, E. H., 2018. Hastanelerde Özel Hastalar İçin Hedef Programlama İle Menü Planlamasını Etkileyen Unsurlar. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 21, 3, 393–422.
- Kallel, D., Kanoun, I., ve Dhoub, D., 2022. The Menu Planning Problem: A Systematic Literature Review. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 418 LNNS, 1313–1324. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96308-8_122
- Körpeli, S., Şahin, B., ve Eren, T., 2012. Hedef Programlama İle Menü Planlaması: Bir Örnek Uygulama. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 1, 121–142.

- Leow, S., Dimmock, J. A., Guelfi, K. J., Alderson, J. A., ve Jackson, B., 2021. Understanding the determinants of stress-induced eating – A qualitative study. *Appetite*, **165**.
<https://doi.org/10.1016/J.APPET.2021.105318>
- Oruç, K. O., 2014. Bulanık Hedef Programlama ile Menü Planlama. *Journal of Management and Economics Research*, **12**, **23**, 33–51.
- Pichugina, O., 2020. Diet-Menu Problem Modelling And Applications. *2020 IEEE 2nd International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC)*, 1–5.
<https://doi.org/10.1109/SAIC51296.2020.9239149>
- Price, S., 2005. Understanding the importance to health of a balanced diet. *Nursing Times*, **101**, **1**, 30–31.
- Sapri, N. S. M., Bedi, M. R. B. D. S., Abdul-Rahman, S., ve Benjamin, A. M., 2019. A diet recommendation for diabetic patients using integer programming. *AIP Conference Proceedings*, **2138**, **1**.
<https://doi.org/10.1063/1.5121101>
- Seljak, B. K., 2009. Computer-based dietary menu planning. *Journal of Food Composition and Analysis*, **22**, **5**, 414–420.
<https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2009.02.006>
- Sezgin, A. C., ve Özkaya, F. D., 2014. An overview of mass feeding system. *Akademik Gıda*, **12**, **1**, 124–128.
- Spak, M. D. S., ve Colmenero, J. C., 2021. University restaurants menu planning using mathematical modelling. *Journal of Food and Nutrition Research*, **60**, **1**, 38–48.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü., 2020. *Toplu Beslenme Sistemleri (Toplu Tüketim Yerleri) İçin Ulusal Menü Planlama ve Uygulama Rehberi* (1184). Ankara Türkiye.
- Tee, J. Y., ve Sufahani, S. F., 2022. Menu Planning and Scheduling for Vegetarian Breast Cancer Patients in Malaysia Using Optimization Approaches. *Lecture Notes in Networks and Systems*, **348**, 203–212.
https://doi.org/10.1007/978-981-16-7597-3_16
- Türkiye Halk Sağlığı Kurumu., 2013. *Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı Sağlık Bakanlığı* (773). Ankara Türkiye.